

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-8579

(P2003-8579A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------|
| H 0 4 L 12/28 | 2 0 0 | H 0 4 L 12/28 | 2 0 0 D 5 B 0 7 7 |
| | 1 0 0 | | 1 0 0 H 5 K 0 3 3 |
| G 0 6 F 13/38 | 3 5 0 | G 0 6 F 13/38 | 3 5 0 |

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-186431 (P2001-186431)

(22) 出願日 平成13年6月20日 (2001.6.20)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地

(72) 発明者 出来 仁太郎

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 笹森 利明

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地 オムロン株式会社内

(74) 代理人 100098899

弁理士 飯塚 信市

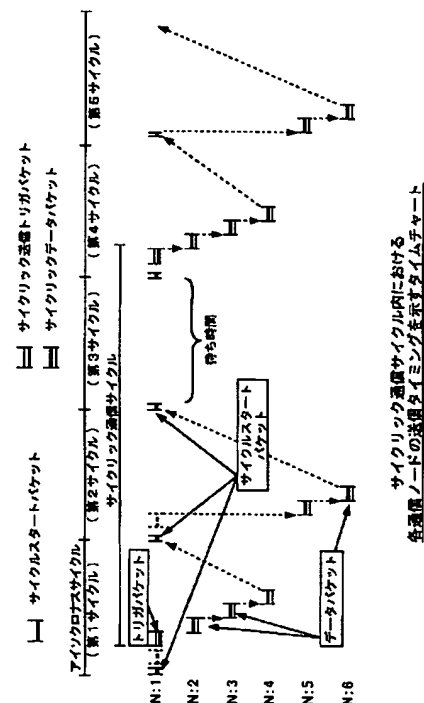
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サイクリックデータ通信システム

(57) 【要約】

【課題】 例えばIEEE1394バスのように、定時通信フェーズ（アイソクロナス通信フェーズに相当）と非同期通信フェーズ（アシンクロナス通信フェーズに相当）とを併有する規格化されたシリアルバスの使用を前提として、各通信ノードの最大送信データ量を保証しつつ、定時制を有するサイクリックデータ伝送を可能とすること。

【解決手段】 管理局に割り当てられた通信ノードは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信する一方、通常局に割り当てられた通信ノードは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局に割り当てられた通信ノードから送信されるサイクリックトリガパケットにตอบสนองして、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の通信ノードが固有の通信サイクルを有するシリアルバスで結ばれており、シリアルバスには、

送信要求を発した全ての通信ノードに対して、固有の通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動する定時通信フェーズと、

送信要求を発した通信ノードに対して、固有の通信サイクル内における定時通信フェーズを除く残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動する非同期通信フェーズとが具備されており、

複数の通信ノードの少なくとも一つは管理局に、又他の通信ノードは通常局に、割り当てられており、管理局に割り当てられた通信ノードは、

定時通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガ符号を周期的に送信すると共に、通常局に割り当てられた通信ノードは、

定時通信フェーズにおいて、管理局に割り当てられた通信ノードから送信されるサイクリックトリガ符号を検知するのに応答して、非同期通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局である通信ノードから送信されたデータを受信し、それにより、サイクリックトリガ符号の送信サイクルをデータ通信サイクルとして、通信ノード間で非同期通信フェーズを利用しつつ、固有の通信サイクルの複数に跨って、サイクリックにデータ通信を可能としたサイクリックデータ通信システム。

【請求項2】 複数の通信ノードがIEEE1394バスで結ばれており、

IEEE1394バスには、

送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動するアイソクロナス通信フェーズと、

送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナスサイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ完了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動するアシンクロナス通信フェーズとが具備されており、

複数の通信ノードの少なくとも一つは管理局に、又他の通信ノードは通常局に、割り当てられており、管理局に割り当てられた通信ノードは、

アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信すると共に、

通常局に割り当てられた通信ノードは、

2

アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局に割り当てられた通信ノードから送信されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局である通信ノードから送信されたデータを受信し、

それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、通信ノード間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつ、複数のアイソクロナス通信サイクルに跨って、サイクリックにデータ通信を可能としたサイクリックデータ通信システム。

【請求項3】 サイクリックトリガパケットの送信タイミングは、予定される1通信サイクル当たりの送信データ総量に基づいて計算により求められたものである、請求項1又は2に記載のサイクリックデータ通信システム。

【請求項4】 サイクリックトリガパケットの送信タイミングは、アシンクロナスフェーズにおける送信データの途切れにより決定される、請求項1又は2に記載のサイクリックデータ通信システム。

【請求項5】 複数のPLCがIEEE1394バスで結ばれており、

IEEE1394バスには、

送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動するアイソクロナス通信フェーズと、

送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ終了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能を有するアシンクロナス通信フェーズとが具備されており、

複数のPLCの少なくとも一つは管理局に、又他のPLCは通常局に、割り当てられており、

管理局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信すると共に、

通常局に割り当てられたPLCは、

アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局であるPLCから送信されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局であるPLCから送信されたデータを受信し、

それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、PLC間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通

(3)

3

信を行うことにより、相互に制御データをリンクさせるようにしたPLCシステム。

【請求項6】 1台のPLCと複数台の入出力デバイスとがIEEE1394バスで結ばれており、

IEEE1394バスには、

送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動するアイソクロナス通信フェーズと、

送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ終了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能を有するアシンクロナス通信フェーズとが具備されており、

PLCは管理局に、又入出力デバイスは通常局に、割り当てられており、

管理局に割り当てられたPLCは、

アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガバケットを周期的に送信すると共に、

通常局に割り当てられた入出力デバイスは、

アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局であるPLCから送信されるサイクリックトリガバケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは管理局であるPLCから送信されたデータを受信し、

それにより、サイクリックトリガバケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、PLCと各入出力デバイスとの間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通信を行うことにより、それらの間でI/OデータをリンクさせるようにしたPLCのリモートI/Oシステム。

【請求項7】 サイクリックトリガバケットの送信タイミングは、予定される1通信サイクル当たりの送信データ総量に基づいて計算により求められたものである、請求項5又は6に記載のシステム。

【請求項8】 サイクリックトリガバケットの送信タイミングは、アシンクロナス通信フェーズにおける送信データの途切れにより決定される、請求項5又は6に記載のシステム。

【請求項9】 複数の通信ノードが固有の通信サイクルを有するシリアルバスで結ばれており、

シリアルバスには、

送信要求を発した全ての通信ノードに対して、固有の通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動する定時通信フェーズと、

送信要求を発した通信ノードに対して、固有の通信サイ

4

クル内における定時通信フェーズを除く残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動する非同期通信フェーズとが具備されており、

複数の通信ノードの少なくとも一つは管理局に、又他の通信ノードは通常局に、割り当てられており、

管理局に割り当てられた通信ノードは、

定時通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガ符号を周期的に送信すると共に、

通常局に割り当てられた通信ノードは、

定時通信フェーズにおいて、管理局に割り当てられた通信ノードから送信されるサイクリックトリガ符号を検知するのに応答して、非同期通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局である通信ノードから送信されたデータを受信し、

それにより、サイクリックトリガ符号の送信サイクルをデータ通信サイクルとして、通信ノード間で非同期通信フェーズを利用しつつ、固有の通信サイクルの複数に跨って、サイクリックにデータ通信を可能としたサイクリックデータ通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばPLCシステムにおけるデータリンク等の用途に好適なサイクリックデータ通信システムに係り、特に、IEEE1394バス等の定時通信フェーズ（例えば、アイソクロナス通信フェーズ）と非同期通信フェーズ（例えば、アシンクロナス通信フェーズ）とを併有するシリアルバスの使用を前提としつつも、送信タイミングの定時性並びに各通信ノードの最大伝送量が保証された高速サイクリックデータ通信を可能とした新規なサイクリックデータ通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】データリンク機能の組み込まれたPLCシステムは従来よりよく知られている。このようなPLCシステムでは、複数台のプログラマブル・ロジック・コントローラ（以下、PLCと言う）をシリアルバスにて結び、定期的にI/Oデータ等を相互に交換しつつ、システム全体でI/Oデータ等の共有を実現している。

【0003】すなわち、この種のPLCシステムでは、各PLCのメモリ内には、自機のI/Oデータ領域にみならず、他機のI/Oデータ領域が設けられる。各PLCの演算ユニット（通称CPUユニット）では、常時、I/Oリフレッシュ処理、命令実行処理、周辺サービス処理をサイクリックに実行している。周辺サービス処理では、各PLCのそれぞれは、自機のI/Oデータ領域の内容を他機へと例えば一斉同報送信する一方、他機のそれぞれでは一斉同報されたI/Oデータを受信し、自機の該当する他機用のI/Oデータ領域に格納する。各

(4)

5

PLCが順次に同様に動作することで、各PLC内のメモリ内における他機のI/Oデータ領域の内容は定期的に更新され、結果として、各機のメモリ内におけるI/Oデータは相互に自動的にリンクされる。

【0004】昨今、PLCが取り扱う制御点数は飛躍的に増大している。そのため、データリンク機能の実現に必要とされるシリアルバスには高速大容量伝送の可能なものが要求されている。

【0005】また、市場の自由化、国際化の流れの中にある、昨今、制御システムの構成機器は様々なメーカーのものが混在する傾向にある。そのため、データリンク機能の実現に必要とされるシリアルバスには、従前の各メーカー固有の仕様のものでなく、オープン規格のものが要求されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】高速大容量伝送が可能なオープン規格化されたシリアルバスとしては、例えば、IEEE1394バスが知られている。このIEEE1394バスには、アイソクロナス通信フェーズとアシンクロナス通信フェーズとが用意されている。

【0007】アイソクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナスサイクル(125 μ s)内における毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0008】アシンクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナスサイクル内におけるアイソクロナスフェーズ完了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0009】しかし、IEEE1394バスは、主として、デジタルビデオデータのリアルタイム伝送等をその用途とするものであるから、定時送信可能な1通信ノード当たりのデータ量が比較的に少ないために、PLCシステムにおけるデータリンク機能実現のためのデータ転送に適用した場合、送信データが細切れとなり、データ伝送速度を十分に高速化することができないと言う問題点がある。

【0010】この発明は、上述の問題点に着目してなされたものであり、その目的とするところは、例えばIEEE1394バスのように、定時通信フェーズ(アイソクロナス通信フェーズに相当)と非同期通信フェーズ(アシンクロナス通信フェーズに相当)とを併有する規格化されたシリアルバスの使用を前提として、各通信ノードの最大送信データ量を保証しつつ、定時性を有するサイクリックデータ伝送を可能とすることにある。

【0011】また、この発明の他の目的とするところは、比較的に大量のI/Oデータ等を各PLC間で高速に伝送しつつデータリンク機能を実現できるようにした

6

PLCシステムを提供することにある。

【0012】また、この発明の他の目的とするところは、比較的に大量のI/Oデータ等をマスタとなるPLCとスレーブとなる複数の入出力デバイスとの間で高速に伝送しつつ高応答の制御を可能としたPLCのリモートI/Oシステムを提供することにある。

【0013】さらに、この発明の他の目的並びに作用効果については、以下の明細書中の記述を参照することにより、当業者であれば容易に理解されるであろう。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のサイクリックデータ伝送システムは、複数の通信ノードを固有の通信サイクルを有するシリアルバスで結んで構成される。

【0015】シリアルバスには、定時通信フェーズと非同期通信フェーズとが具備されている。

【0016】定時通信フェーズでは、送信要求を発した全ての通信ノードに対して、固有の通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0017】非同期通信フェーズでは、送信要求を発した通信ノードに対して、固有の通信サイクル内における定時通信フェーズを除く残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0018】複数の通信ノードの少なくとも一つは管理局に、又他の通信ノードは通常局に、割り当てられる。

【0019】管理局に割り当てられた通信ノードは、定時通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガ符号を周期的に送信する。

【0020】通常局に割り当てられた通信ノードは、定時通信フェーズにおいて、管理局に割り当てられた通信ノードから送信されるサイクリックトリガ符号を検知するのに応答して、非同期通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局である通信ノードから送信されたデータを受信する。

【0021】それにより、サイクリックトリガ符号の送信サイクルをデータ通信サイクルとして、固有の通信サイクルの複数の間に跨って、通信ノード間で非同期通信フェーズを利用しつつ、サイクリックにデータ通信が行われる。

【0022】このような構成によれば、例えばIEEE1394バスのように、定時通信フェーズ(アイソクロナス通信フェーズに相当)と非同期通信フェーズ(アシンクロナス通信フェーズに相当)とを併有する規格化されたシリアルバスの使用を前提として、各通信ノードの最大送信データ量を保証しつつ、定時性を有するサイクリックデータ伝送が可能となる。

【0023】本発明のより好ましい実施の形態におけるサイクリックデータ伝送システムとしては、複数の通信

(5)

7

ノードをIEEE1394バスで結んで構成してもよい。

【0024】IEEE1394バスには、アイソクロナス通信フェーズとアシンクロナス通信フェーズとが具備されている。

【0025】アイソクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクル（例えば、 $125\mu s$ ）に対する毎回送信を保証しつつ、各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0026】アシンクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナスサイクル内におけるアイソクロナスフェーズ完了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0027】複数の通信ノードの少なくとも一つは管理局に、又他の通信ノードは通常局に、割り当てられる。

【0028】管理局に割り当てられた通信ノードは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信する。

【0029】通常局に割り当てられた通信ノードは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局に割り当てられた通信ノードから送信されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局である通信ノードから送信されたデータを受信する。

【0030】なお、管理局は管理に専念してもよいし、サイクリックトリガパケットを送信したのちに、自局データを送信するようにしてもよい。

【0031】それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、複数のアイソクロナス通信サイクルに跨って、通信ノード間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通信が行われる。

【0032】このような構成によれば、アイソクロナス通信フェーズとアシンクロナス通信フェーズとを併有するIEEE1394バスの使用を前提として、各通信ノードの1回当たりの最大送信データ量（例えば、最大 $62\mu s$ 分）を保証しつつ、定時性を有するサイクリックデータ伝送を行わせることが可能となる。

【0033】なお、 $62\mu s$ 分の送信データとは、因みに、 $100Mbps$ の場合には 512 byte 、 $200Mbps$ の場合には 1024 Byte 、 $400Mbps$ の場合には 2048 Mbyte に相当する。

【0034】本発明の好ましい実施の形態においては、サイクリックトリガパケットの送信タイミングは、予定

8

される1通信サイクル当たりの送信データ総量に基づいて計算により求めてもよい。

【0035】このような構成によれば、送信要求が予定される全ての通信ノードに対して、送信機会並びに送信データ量を確実に保証しつつ、最短サイクルタイムによるサイクリックデータ通信が可能となる。

【0036】本発明の好ましい実施の形態においては、サイクリックトリガパケットの送信タイミングは、アシンクロナス通信フェーズにおける送信データの途切れにより決定するようにしてもよい。

【0037】このような構成によれば、アプリケーションの実行状況等により、送信要求を発する通信ノードの数がその都度に変動するような場合にも、常に、全ての通信ノードに対して毎回の通信機会を保証しつつ、サイクリックデータ通信が可能となる。

【0038】本発明のPLCシステムは、複数のPLCがIEEE1394バスで結ばれて構成されている。

【0039】IEEE1394バスには、アイソクロナス通信フェーズとアシンクロナス通信フェーズとが具備されている。

【0040】アイソクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナスサイクル（例えば、 $125\mu s$ ）に対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるように調停機能が作用する。

【0041】アシンクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナスサイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ終了後の残り期間において、送信データ量の最大値（例えば、 $62\mu s$ 分）を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作用する。

【0042】複数のPLCの少なくとも一つは管理局に、又他のPLCは通常局に、割り当てられる。

【0043】管理局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信する。

【0044】通常局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局であるPLCから送信されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは他局であるPLCから送信されたデータを受信する。

【0045】それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、PLC間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通信を行うことにより、相互に制御データをリンクさせる。ここで、制御データには、被制御対象のリレー、スイッチ、センサ等の入力データ、アクチュエータ等の出力データを含んでもよい。これらはオンオフ

(6)

9

の二値データの場合が多い。二値データ以外でもよく、例えば制御対象のアナログ入力数値、アナログ入力数値であったり、生産情報（生産数量、稼働時間、エラー回数等）でもデータリンクは可能である。

【0046】このような構成によれば、大量のI/Oデータ等を各PLC間で高応答かつ緊密にリンクさせたPLCシステムを実現することができる。

【0047】この発明のPLCのリモートI/Oシステムは、1台のPLCと複数台の入出力デバイスとがIEEE1394バスで結ばれて構成される。

【0048】IEEE1394バスには、アイソクロナス通信フェーズとアシンクロナス通信フェーズとが具備されている。

【0049】アイソクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクル（例えば、125 μ s）に対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作用する。

【0050】アシンクロナス通信フェーズでは、送信要求を発した通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ終了後の残り期間において、送信データ量の最大値（例えば、62 μ s分）を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作用する。

【0051】PLCは管理局に、又複数の入出力デバイスのそれぞれは通常局に、割り当てられる。

【0052】管理局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信する。

【0053】通常局に割り当てられた入出力デバイスは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局であるPLCから送信されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ないときは管理局であるPLCから送信されたデータを受信する。

【0054】なお、この例では、管理局がPLC、通常局が入出力デバイスとされているが、プロトコル上は誰が管理局であっても差し支えない。管理局と言っても、なにかを管理しているのではなく、定期的にトリガパケットを送信する役割を担っているものに過ぎない。

【0055】それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、PLCと各入出力デバイスとの間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通信を行うことにより、それらの間でI/Oデータをリンクさせる。

【0056】このような構成によれば、一台のPLCにより複数のリモート入出力デバイスを介して、多数の被制御対象機器を高応答に制御することができる。

10

【0057】上記の各システムにおける好ましい実施の形態においては、サイクリックトリガパケットの送信タイミングとしては、予定される1通信サイクル当たりの送信データ総量に基づいて計算により求めてもよい。

【0058】上記の各システムにおける好ましい実施の形態においては、サイクリックトリガパケットの送信タイミングは、アシンクロナスフェーズにおける送信データの途切れにより決定されるようにしてもよい。

【0059】

10 【発明の実施の形態】以下に、この発明の好適な実施の一形態を添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0060】まず、本発明の理解を容易とするために、オープン規格のシリアルバスであるIEEE1394に関する基本的な事項について説明する。IEEE1394の標準的な送信手順を示すタイムチャートが図1に示されている。

【0061】IEEE1394のデータ転送では全てのノードが対等に動作する。各ノードの転送動作には、特定のノードIDを指定して転送を行う場合と、全てのノードを対象として転送を行う場合（ブロードキャスト）とが存在する。

【0062】いずれの場合も、複数のノードが同時にバスにデータを送信すると衝突が起こるので、あらかじめアービトレーション（調停：Arbitration）を行って使用権を獲得したノードだけがバスを使用する。ただし、使用できる時間は比較的短時間に限られており、すぐに次の伝送に交代する。一つのノードの伝送が長時間にわたりバスを占有することを防ぎ、ほかの伝送の帯域幅を保証することにより、複数のリアルタイム・データを同時に転送可能とするためである。

30 【0063】バスにはルート（根）のノードがただ一つ定められており、ルートから全てのノードまでツリーを辿ることができる。各ノードに対して上流側のノードは親ノードであり、親ノードを順次辿ってルートに到達することができる。バスの使用権を要求するノードは親ノードに要求を出し、その要求がルートに集められる。ルートは各ノードが公平になるように使用権を与える。

40 【0064】IEEE1394の転送方式には、帯域幅が保証されるアイソクロナス（Isochronous）転送フェーズと、帯域幅が保証されないアシンクロナス（Asynchronous）転送フェーズとの二つのフェーズが存在する。いずれのフェーズにおいても、転送の最初にはこのようなアービトレーションが行われる。アイソクロナス転送フェーズの場合、アービトレーションで後回しにされたとしても、少なくとも125 μ sec毎に1回はデータ転送ができることが保証される。これに対して、アシンクロナス転送フェーズの場合、アービトレーションの結果によっては長く待たされる場合もある。

50 【0065】IEEE1394のデータ転送は、125 μ sec毎に転送サイクルが反復され、それぞれのサイ

(7)

11

クルの中で各ノードに少しずつ転送時間が割り当てられる。サイクルの前半は、アイソクロナス転送のチャンネルが割り当てられる。サイクルの後半の余った時間に、アシンクロナス転送が割り当てられる。

【0066】サイクルの開始について詳述する。ノードのうちの一つ（一般にルート）がサイクルマスタとなつて、サイクルの実行を管理する。サイクルマスタは125 μ sec 毎にサイクルスタートパケットをブロードキャストで送信し、各ノードはそれによってサイクルの開始タイミングを知ることとなる。

【0067】アイソクロナス転送について詳述する。データの衝突を防ぐため、サイクルスタートパケットの後に一定時間の間隔をおいて、アイソクロナス転送を要求するノードがチャンネル使用権の要求を出す。この間隔はアイソクロナスギャップと呼ばれる。アービトレーションによってチャンネル使用権を獲得したノードは、引き続いてアイソクロナスパケットとしてデータを転送する。一つのチャンネルの終了後、アイソクロナスギャップをおいて次のチャンネルのアービトレーションが行われ、チャンネル使用権を獲得したノードがアイソクロナスパケットとしてデータを転送する。チャンネル使用権を要求するノードがなくなるまで、これが順次に繰り返される。

【0068】アシンクロナス転送について詳述する。アイソクロナス転送の最後のチャンネルが終了すると、チャンネル使用権を要求するノードがなくなるため、バスに空き時間が生ずる。アシンクロナス転送を要求するノードは、バスの空き時間がアイソクロナスギャップよりも長い一定時間に達したことを検出したら、アシンクロナス転送の要求を出すことが許される。この時間はサブアクションギャップと呼ばれる。アービトレーションによってバス使用権を獲得したノードは、引き続いてデータパケットを転送する。一つのデータパケットの終了後、サブアクションギャップをおいて次の転送のアービトレーションが行われ、バス使用権を獲得したノードがデータパケットを転送する。バス使用権を要求するノードがなくなるか、サイクル時間が125 μ sec に達するまで、これが繰り返される。

【0069】サイクルの終了について説明する。サイクル時間が125 μ sec になるよりも先にバス使用権を要求するノードがなくなれば、サイクルの残り時間は空き時間となる。一方、データパケットの転送中にサイクル時間が125 μ sec になった場合には、サイクルマスタはそのパケットが最後まで転送されるまで待つて次のサイクルを開始する。このとき、開始が遅れた分だけ次のサイクルの時間を短縮して、サイクルの平均時間を125 μ sec に維持する。次のサイクルの時間が短くなりすぎるのを防ぐため、アシンクロナス転送のパケットは最大62 μ sec に制限される。

【0070】上述したように、IEEE1394には、同期メッセージの送信のためにアイソクロナスパケット

12

(Isochronous Packet) が、又非同期メッセージの送信のためにアシンクロナスパケット (Asynchronous Packet) 又はアシンクロナスストリームパケット (Asynchronous Stream Packet) が用意されている。アイソクロナスパケットとアシンクロナスパケットのパケット構成は同じである。

【0071】アイソクロナスパケットは同期パケットであり、各ノードが定期的送信することができる。アイソクロナスパケットはチャンネルID (タグ) を指定して送信される。各局にはチャンネルIDのフィルタが具備されており、フィルタにより受信が許可されているチャンネルIDのパケットのみが受信される。

【0072】アシンクロナスパケット、アシンクロナスストリームパケットの送信タイミングはIEEE1394では規定されておらず、その決定はアプリケーション側に委ねられている。アシンクロナスパケットは、IEEE1394のPhy_ID (物理ID/物理層アドレス) を直接指定して送信され、Phy_IDが該当するノードにより受信される。

【0073】IEEE1394では、アイソクロナスサイクルで送信要求のあったすべてのチャンネルのデータを送信する。アイソクロナス通信では、サイクルスタートパケットをトリガとして、送信要求のあったすべての局がアイソクロナスデータを送信する。サイクルスタートパケットは125 μ s 毎に定期的送信される。これによって、サイクリック通信を行うことができる。また、全局がアイソクロナスデータを送信できることを保証するために、BANDWIDTH_AVAILABLEという残帯域を示すレジスタを持ち、これでアイソクロナスフェースの時間と送信データ量を制限している。また、一つのアイソクロナスサイクル内で同一のチャンネルの送信は一つのみであり、同じチャンネルを2つの局が送信することができない。このことは、必要なデータが確実に送信できるよう保証していることを意味している。

【0074】ところで、IEEE1394で定期的なデータ転送 (サイクリック通信) を行うには、IEEE1394で規定されているアイソクロナス通信を利用することがよいことは明らかである。

【0075】ところが、上述したように、125 μ s 以内の全チャンネル・全アイソクロナスデータ送信を保証しているために、ひとつのアイソクロナスサイクル内に送信できるアイソクロナスデータは、図2に示されるように、100Mbps時に最大1536バイトに制限されてしまう。この1536バイトを63局で各局が一つずつのチャンネルを占有して送信を行うと1ノード当たり24バイトになる。これでは用途が極端に限定されてしまう。

【0076】たとえば、データリンク機能を有するPLCシステムのようなアプリケーションでは、複数のPLCが各局のデータを共有している。このとき、各局は自

(8)

13

局データを一齐同報し、他局の一齐同報データを受信することでP L C 同士のデータ共有を行っている。このようなシステムでは数キロバイトのデータを共有することが多くあり、1局当たり24バイト程度の伝送能力ではデータ容量がまったく足りない。

【0077】もし、24バイトのデータを組み立てて大きなデータを送信するようにしても、送信データに含まれるヘッダ・テイルなどアプリケーションでは利用しないデータの割合が大きくなり、実質的な伝送効率が低下し、高速な伝送路を利用するメリットが低減してしまう。

【0078】加えて、データリンク機能を有するP L C システムではデータの定時性も重要である。つまり、あるデータが転送されるときに伝送遅延時間を保証する必要がある。

【0079】I E E E 1 3 9 4でもアシンクロナスパケットを利用ればデータ容量の問題は解決可能であるが、その場合には、定時性を保証できない。各局を平等にデータ送信させる仕組みが存在しないのである。

【0080】そこで、本発明では、非同期メッセージでサイクリックデータを送信することでデータ量の問題を解決し、その送信タイミングを同期メッセージで送ること

で定時性の問題を解決しようとするものである。

【0081】このようにすることにより、サイクリックデータの送信タイミングを適当に調節することにより、データ量が1536バイトに制限されることもなく、定時性を保ちサイクリック通信を行うことができる。

【0082】すなわち、サイクリックデータ送信には、非同期メッセージであるアシンクロナスストリームパケットを利用すればよい。アシンクロナスストリームパケットはアイソクロナスパケットと同じようにチャンネルを送受信の相手先指定に利用しており、受信側はチャンネルを指定するだけで良く、また、パケットヘッダも小さいため、全局にデータを送信するのによい。もちろん、アシンクロナスパケットを一齐同報アドレスに送信しても良い。一方、サイクリックデータの送信タイミングを知らせるのには、アイソクロナスパケットを利用すればよい。これにより、確実にサイクリックデータの送信トリガを与えることができる。

【0083】より具体的には、I E E E 1 3 9 4に接続された管理局と通常局とは以下の手順で動作すればよい。

【0084】すなわち、管理局はサイクリックデータ送信のトリガとなるアイソクロナスパケット(サイクリックトリガパケット)を送信する。

【0085】サイクリックトリガパケットを送信するタイミングを決定する方法としてはいくつかのものが考えられる。一つの方法としては、サイクリックデータの量を予め決めておき、そのデータ量から逆に送信に必要な期間を算出する。その値を元にサイクリックトリガパケ

14

ットの送信タイミングを決定する。他の一つの方法としては、サイクリックデータは一齐同報されているので、そのパケットを常に監視しておき、一定の間、サイクリックトリガデータの受信がなかったとき、全局のサイクリックデータ送信が終わったとして、次のサイクリックトリガパケットを送信する。つまり、サイクリックデータの送信が一定時間途絶えたときに、サイクリックトリガパケットの送信タイミングが到来したと決定する。

【0086】管理局の決定方法としては、いくつかのものが考えられる。一つの方法としては、予め管理局となるノードを決めておくものである。他の一つの方法としては、P h y _ I D の最も大きいもの、もしくは、もっとも小さいものが管理局となるものである。さらに、他の一つの方法としては、アイソクロナスリソースマネージャー(前述のBANDWIDTH_AVAILABLE等のレジスタを持つノード)が管理局となるものである。

【0087】一方、通常局はサイクリックトリガパケットの受信を監視している。サイクリックトリガパケットを受信すると直ちに自局のサイクリックデータを送信する。また、他局のサイクリックデータを受信する。管理局からのサイクリックトリガパケットを監視し、一定時間受信できなかったときには、異常が発生したとして、管理局の再決定処理を行う。

【0088】次に、本発明が適用されたサイクリックデータ通信システムの具体的な一例を図3～図9を参照しつつ詳細に説明する。

【0089】シリアルバス(この例では、I E E E 1 3 9 4)と各通信ノードとの関係を示す説明図が図3に示されている。同図に示されるように、このサイクリックデータ通信システムは、N台(複数台)の通信ノードN o d e 1 ~ N o d e N を I E E E 1 3 9 4 規定のバスB u s にて結んで構成されている。結線の方法は、ディジチェーン状やツリー状のほか、それらの混在した形態等が採用可能である。バスを構成する信号線としては例えばツイストペア線等を使用することができる。特に、この例では、N o d e 1 が管理局に、またN o d e 2 ~ N o d e N が通常局に割り当てられている。

【0090】各通信ノードN o d e 1 ~ N o d e N のハードウェア構成を概略的に示すブロック図が図4に示されている。同図に示されるように、各通信ノードを構成する回路装置(一般には通信ボード等として具現化される)400は、シリアルバスB u s を構成する信号線との間でデータ送受信機能を実現するための通信コントローラ401と、回路装置全体を統括制御するC P U 402と、C P U 402を構成するマイクロプロセッサの動作プログラム等を格納するR O M 403と、C P U 402における動作のワークエリア等として機能するR A M 404と、送受信データの一時記憶領域として機能する送受信バッファ405と、アイソクロナスリソースレジスタ(BANDWIDTH_AVAILABLE等を含む)406とを含ん

(9)

15

でいる。

【0091】管理局側の処理を示すフローチャートが図5に、通常局側の処理を示すフローチャートが図6にそれぞれ示されている。以下、これらのフローチャート並びに図7～図9のタイムチャートを参照しつつ、本発明のサイクリックデータ通信システムの動作を系統的に説明する。

【0092】まず、図5のフローチャートに示されるように、管理局となる通信ノードNode1では、所定のタイマがタイムアップすることを待機する状態となる（ステップ501NO）。このタイマは、サイクリックトリガパケットの送信周期を規定する。タイマ時間の決定方法としては、先に説明したように、サイクリックデータの量を予め決めておき、そのデータ量から逆に送信に必要な期間を算出する。その値を元にサイクリックトリガパケットの送信タイミングを決定する。

【0093】タイマがタイムアップしたときには（ステップ501YES）、予め用意されたサイクリックトリガパケットの送信処理を実行する（ステップ502）。これにより、シリアルバスBus上には例えば他の全ての通信ノードへとサイクリックトリガパケットがアイソクロナス通信パケットとして送信される（図3の説明図参照）。このアイソクロナス通信パケットとして行われるサイクリックトリガパケットの送信は、例えば同報一斉送信又は全チャンネル指定により実現することができる。なお、先に説明したように、このサイクリックトリガパケットは、アプリケーションが目的とするサイクリックデータ通信における各通信サイクルの開始時点を通通常局である他の通信ノードNode2～ノードNodeNに対して知らせるためのものである。

【0094】サイクリックトリガパケットの送信に続いて、管理局となる通信ノードNode1の側では、自局からの送信データ要求が存在するか否かの判定を行い、送信要求が自局からもある場合には、その自局サイクリックデータパケットの送信処理を実行する（ステップ503）。これにより、シリアルバスBus上には、管理局からのサイクリックデータパケットが決められた相手局に宛ててアシンクロナス通信パケットとして送信される。なお、自局からのサイクリックデータ送信要求が存在しなければ、この自局からのデータ送信処理（ステップ503）はスキップされる。

【0095】サイクリックトリガパケットを送信した後（自局サイクリックデータパケットの送信要求が存在しないとき）、又は自局サイクリックデータを送信した後（自局サイクリックデータパケットの送信要求が存在するとき）、サイクリックトリガパケット送信タイマの起動処理（ステップ504）が実行され、以後、サイクリックトリガパケット送信タイマがタイムアップする毎に、以上一連の処理（ステップ502、503、504）が繰り返し実行される。これにより、管理局に割り

16

当てられた通信ノードNode1からは、サイクリックトリガパケットが一定周期でシリアルバス上に他の全ての通信ノードNode2～NodeNに宛てて送信されることとなる。このサイクリックトリガパケットはアイソクロナス通信パケットとして送信されるため、IEEE1394定時送信仕様により、必ず、 $125\mu\text{sec}$ 毎に1回はサイクリックトリガパケットの送信機会を得ることができ、サイクリックデータ通信の定時性を満足させることができる。加えて、自局サイクリックデータパケットの送信は、アシンクロナス通信パケットとして送信されるため、1回の送信当たり例えば最大 $62\mu\text{sec}$ 分のデータ送信容量を確保することができる。

【0096】一方、図6のフローチャートに示されるように、通常局となる他の通信ノードNode2～NodeNの側では、アイソクロナス通信パケットとしてサイクリックトリガパケットが送信されてくるのを待機している（ステップ601NO、602NO）。

【0097】この状態において、アイソクロナス通信パケットとしてサイクリックトリガパケットの受信が確認されると（ステップ601YES）、これに応答して、自局サイクリックデータパケットの送信処理を実行する（ステップ603）。先に述べたように、この自局サイクリックデータパケットの送信は、アシンクロナス通信パケットとして送信されるため、最大 $62\mu\text{sec}$ 分のデータ送信容量を確保することができる。より具体的に説明すると、各通常局ではそれぞれアシンクロナス通信パケットの送信要求を発する。すると、システム規定のアービトレーションが作用することで、送信要求を発した通常局の一つに対して送信権が付与される。送信権の付与された通常局では、自局サイクリックデータの送信処理（ステップ603）が実行され、シリアルバスBus上にはアシンクロナス通信パケットとして自局サイクリックデータパケットが所定の相手先に宛てて送信されることとなる。一つの通常局にて、アシンクロナス通信パケットとしてのサイクリックデータパケットの送信が完了すると、続いて、残りの全ての通常局から再び送信要求が発せられ、アービトレーションが作用して、それらの通常局の一つに対して送信権が付与され、これに回答してサイクリックデータパケットの送信処理が実行され、以後、送信要求を発する通常局がなくなるまで、以上の動作が繰り返される（図3の説明図参照）。

【0098】一方、自局サイクリックデータパケットの送信処理が完了した通常局では、続いて、サイクリックトリガパケット待ちタイマを起動する（ステップ604）。このタイマは、なんらかの原因（通信エラー等）でサイクリックトリガパケットの送信が途絶えたことを判定するためのものである。

【0099】その後、通常局の側では、サイクリックトリガパケット受信待ちタイマのタイムアウトを監視しながら（ステップ602NO）、サイクリックトリガパケ

(10)

17

ット受信を待機する状態となる（ステップ601N O）。

【0100】そして、サイクリックトリガパケットの受信が確認される毎に（ステップ601YES）、先ほど説明した自局サイクリックデータ送信処理（ステップ603）並びにサイクリックトリガパケット受信待ちタイマの起動処理（ステップ604）を順次実行する。これに対して、サイクリックトリガパケット受信待ちタイマのタイムアウトが確認された場合には（ステップ602YES）、公知の管理局再決定処理（ステップ605）を実行する。これにより、何らかの通信中にエラーが発生して、サイクリックトリガパケットの受信待ちタイマがタイムアウトした場合には（ステップ602YES）、管理局再決定処理（ステップ605）の実行により、管理局の再決定が行われてバスはイニシャライズされ、以後以上説明した動作が繰り返し実行される。

【0101】図5及び図6のフローチャートに示される処理が実行されたときのサイクリックデータの送信タイミングを示すタイムチャートが図7に示されている。

【0102】同図に示されるように、サイクリック通信サイクルが開始されると、まず管理局からはサイクリックトリガパケットがアイソクロナスパケットとして送信される。すると各通常局においては、アシンクロナスパケットの送信要求を管理局側へ行う。この管理局への送信要求により公知のアービトレーションが実行され、複数の通常局の1つに対して、送信権が付与される。送信権の付与された通常局は、自己のサイクリックデータをアシンクロナスパケットとしてバス上に送り出す。1つの通常局によるサイクリックデータの送信が完了すると、次々とアービトレーションが実行されて、次の通常局のサイクリックデータの送信が繰り返される。

【0103】このようにしてバス上に送り出された通常局からのデータが、このタイムチャートでは、『ノードAサイクリックメッセージ』、『ノードBサイクリックメッセージ』、…『ノードnサイクリックメッセージ』と記されている。こうして最後の通常局がサイクリックデータを送り出すと、次のサイクリックトリガパケットが管理局から送られてくるまで、待ち時間となる。管理局は、トリガパケット送信を、最後のサイクリックデータパケットを受信してから一定期間をおいて次のトリガパケットを送信する。

【0104】このように管理局は定期的にトリガパケットを送信する。通常局はトリガパケットを受信すると自局分のデータパケットを送信する。各局は他の局が送信したデータパケットを受信する。トリガパケットを送信するタイミングは予め設定した間隔、全データパケット量に応じた間隔、全ノードのデータパケット送信終了後など幾つかの例が考えられる。図7のタイムチャートは、全ノードがデータパケットを送信した後、一定時間待ってから次のトリガパケットを送信する例である。

18

【0105】サイクリックデータ転送はサイクリックトリガパケットの受信をトリガとして各局の自局データの送信を開始する。サイクリックトリガパケットはアイソクロナスパケットで送信する。各局は1回のサイクリックトリガパケット受信で1回のサイクリックデータを送信する。サイクリックトリガパケットは管理局が送信する。

【0106】送信されるデータのサイズはIEEE1394の仕様により、1パケット当たり最大512バイトとすることができる。送信要求されたパケットが512バイトよりも大きかったとき、このIEEE1394の仕様に合わせて、分割／組立が行われる。分割されたパケットは複数の通信サイクルに跨って送信しても良いし、1つの通信サイクルの中で連続したパケットとして送信することもできる。

【0107】図7のタイムチャートに示される例においては、送信要求されたパケットが512バイトよりも大きかったとき、送信されるデータの512バイトを超える部分については、次のサイクリック通信サイクルへ回される。

【0108】これに対して、図8のタイムチャートに示される例にあっては、送信要求されたパケットが512バイトよりも大きかったとき、この送信されようとするパケットは複数のフラグメント（フラグメント1～3）に分割され、同一のサイクリック通信サイクル内においてギャップを挟んで連続的に送信される。即ち、ノードAのサイクリックメッセージに続いて、ノードBに関する3個のサイクリックメッセージがギャップを挟んで連続的に送信される。尚、言うまでもないが、それらのサイクリックメッセージは何れもアシンクロナス通信パケットとして送信される。

【0109】以上説明したサイクリック通信サイクル内における各通信ノードの送信タイミングが図9のタイムチャートにまとめて示されている。

【0110】同図に示されるように、この例にあっては、3つのアイソクロナスサイクル（第1サイクル、第2サイクル、第3サイクル）によってサイクリック通信サイクルが構成されている。各アイソクロナスサイクルの開始は、サイクルスタートパケットにより指示される。

【0111】アイソクロナスサイクルの第1サイクルでは、サイクルスタートパケットに続いて、トリガパケットの送信が行われる。このトリガパケットの送信は、アイソクロナスパケットとして行われる。トリガパケットの送信に続いて、ノード2、ノード3、ノード4のデータパケットの送信が順に行われる。これらのデータパケットの送信は、アシンクロナス通信パケットにより行われる。ノード4の送信が完了すると、各通常局においては第2サイクルの到来まで待ち状態となる。

【0112】第2サイクルにおいては、サイクルスター

(11)

19

トパケットの送信に続いて、ノード5及びノード6のデータパケット送信が順に実行される。ノード6のデータパケットの送信が終了すると、各通常局においては第3サイクルが到来するまで待ち時間となる。

【0113】第3サイクルが到来すると、サイクルスタートパケットは到来するが、その後第4サイクルが開始するまで全期間待ち時間となる。

【0114】以上の動作が繰り返されることにより、アイソクロナスサイクルの3サイクル分に跨って、サイクリック通信サイクルが実現され、各ノードが十分なデータ送信容量を確保した状態において、アイソクロナスサイクルで規定される定時性を満足しつつ、相互にデータ転送を高速に実行することができる。

【0115】尚、言うまでもないが、ノード1～6の何れか1つが送信中は、他のノードにおいては送信されたデータを受信する。

【0116】このように、本発明のサイクリックデータ通信システムによれば、サイクリック通信サイクルの開始を示すトリガパケットについては、定時性が保証されたアイソクロナスパケットとして送信する一方、目的とする送信データについては、1送信当たり最大512バイトが保証されたアシンクロナス通信パケットとしているため、広く普及した汎用バスであるIEEE1394を採用してはいるものの、その固有サイクルである125 μ secに制約を受けることなく、任意のサイクル長を有するサイクリックデータ通信を実現することができる。

【0117】特に、トリガパケットを送信するタイミングについては、予め設定した間隔、全データパケット量に応じた間隔、全ノードのデータパケット送信終了後などの様々なタイミングを自由に決定することができるため、ユーザ側の設計自由度も向上する。

【0118】次に、本発明が適用されたデータリンク機能を有するPLCシステムの構成図が図10に示されている。この例では、4台のプログラマブル・ロジック・コントローラ(PLC1～PLC4)が、オープン規格のシリアルバスBUSにより結ばれている。このようなシリアルバスBUSとしては、IEEE1394などを採用することができる。

【0119】各プログラマブル・ロジック・コントローラPLC1～PLC4には、4個の記憶エリア(PLC1エリア、PLC2エリア、PLC3エリア、PLC4エリア)が設けられている。それらの記憶エリアには、該当するPLCに関するI/Oデータ等が格納される。即ち、このシステムにおいては、全てのPLCにおけるI/Oデータ等を各PLCにおいて互いに共有している。

【0120】より具体的には、PLC1は自局エリアA11を一斉同報すると共に、PLC2～4のエリアデータを受信する。PLC2～4も同様に自局エリアを一斉

20

同報し、他局エリアを受信する。これにより、PLC1～PLC4が同じデータを共有することができる。

【0121】よく知られているように、PLCにおいては、入出力更新処理と命令実行処理を実行しつつ、一定期間が到来するたびにシステムサービス処理を実行し、このシステムサービス処理において、データリンクのためのデータ転送処理を実行する。

【0122】この実施例においては、このデータリンクのためのデータ転送処理に、先に説明した本発明のサイクリックデータ通信方式を採用する。

【0123】即ち、4台のPLC(PLC1～PLC4)を互いに結ぶIEEE1394バスBusには、送信要求を発した全てのPLCに対して、アイソクロナス通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動するアイソクロナス通信フェーズと、送信要求を発したPLCに対して、アイソクロナス通信サイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ終了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能を有するアシンクロナス通信フェーズとが具備されている。

【0124】複数のPLCの少なくとも1つは管理局に、また他のPLCは通常局に、割り当てられる。

【0125】管理局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信する。

【0126】一方、通常局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局であるPLCから送信されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、または送信機会を得ない時は他局であるPLCから送信されたデータを受信する。

【0127】それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、PLC間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通信を行うことにより、相互にI/Oデータ等の制御データをリンクさせるようにしている。

【0128】次に、本発明が適用されたデータリンク機能を有するPLCのリモートI/Oシステムの構成図が図11に示されている。

【0129】この例にあつては、マスタ局として機能する1台のPLCと、スレーブ局として機能する4台の入出力デバイス(ID1、OD1、ID2、OD2)とがIEEE1394バスBusにて結ばれている。

【0130】このIEEE1394バスには、送信要求を発した全ての通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動するアイソクロナス通信フェーズと、送信要求を発した

(12)

21

通信ノードに対して、アイソクロナス通信サイクル内におけるアイソクロナス通信フェーズ終了後の残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能を有するアシンクロナス通信フェーズとが具備されている。

【0131】PLCは管理局に、また入出力デバイス(ID1, OD1, ID2, OD2)は通常局に割り当てられている。

【0132】管理局に割り当てられたPLCは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発生して送信機会を得ることにより、通信サイクルの開始を示すサイクリックトリガパケットを周期的に送信する。

【0133】一方、通常局に割り当てられた入出力デバイスは、アイソクロナス通信フェーズにおいて、管理局であるPLCから送品されるサイクリックトリガパケットを検知するのに応答して、アシンクロナス通信フェーズにおいて、送信要求を発生して送信機会を得ることにより、目的とするデータを送信し、又は送信機会を得ない時は管理局であるPLCから送信されたデータを受信する。

【0134】それにより、サイクリックトリガパケットの送信サイクルをデータ通信サイクルとして、PLCと各入出力デバイス(ID1, OD1, ID2, OD2)との間でアシンクロナス通信フェーズを利用しつつサイクリックにデータ通信を行うことにより、それらの間でI/Oデータをリンクさせるようにしている。

【0135】最後に、本発明が適用されたデータリンク機能を有し、かつリモートI/Oシステムを有するPLCシステムの構成図が図12に示されている。

【0136】このシステムは、4台のプログラマブル・ロジック・コントローラPLC1~PLC4と、4台の入出力デバイス(ID1, OD1, ID2, OD2)とを含んでいる。

【0137】それら4台のPLCと4台の入出力デバイスはオープン規格のシリアルバスBusにて結ばれている。このようなバスとしては、IEEE1394等を採用することができる。

【0138】PLC1~PLC4は図10を参照して説明したようにデータリンク機能を実現している。一方、PLC1と入出力デバイス(ID1, OD1, ID2, OD2)との間は図11を参照して説明したデータリンク機能を実現している。

【0139】そのため、このシステムによれば、4台のプログラマブル・ロジック・コントローラPLC1~PLC4の間でデータリンク機能を実現しつつ、マスタとして機能する1台のPLCとリモート設置された4台の入出力デバイス(ID1, OD1, ID2, OD2)との間でデータリンクを実現することによって、高い応答性を維持しつつ極めて高機能な制御システムを実現することが可能となる。

22

【0140】尚、以上説明した各実施の形態においては、本発明が適用されるシリアルバスとしてIEEE1394を挙げたが、本発明の適用はこれに限定されるものではない。要するに、本発明のサイクリックデータ通信システムは、送信要求を発生した全ての通信ノードに対して、固有の通信サイクルに対する毎回送信を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動する定時通信フェーズと、送信要求を発生した通信ノードに対して、固有の通信サイクル内における定時通信フェーズを除く残り期間において、送信データ量の最大値を保証しつつ各通信ノードに対して順次に送信機会を与えるための調停機能が作動する非同期通信フェーズとが具備された規格されたシリアルバスに広く応用が可能である。

【0141】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、この発明によれば、例えばIEEE1394バスのように、定時通信フェーズ（アイソクロナス通信フェーズに相当）と非同期通信フェーズ（アシンクロナス通信フェーズに相当）とを併有するオープン規格化されたシリアルバスの仕様を前提として、各通信ノードの最大送信データ量を保証しつつ、定時性を有するサイクリックデータ転送を実現可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】IEEE1394バスの標準的な送信手順を示すタイムチャートである。

【図2】アイソクロナスサイクルを全てアイソクロナスフェーズとして使用したデータ通信を示すタイムチャートである。

【図3】シリアルバスと各通信ノードとの関係を示す説明図である。

【図4】各通信ノードのハードウェア構成を概略的に示すブロック図である。

【図5】管理局側の処理を示すフローチャートである。

【図6】通常局側の処理を示すフローチャートである。

【図7】サイクリックデータの送信タイミングを示すタイムチャートである。

【図8】分割データの送信タイミングの一例を示す説明図である。

【図9】サイクリック通信サイクル内における各通信ノードの送信タイミングを示すタイムチャートである。

【図10】データリンク機能を有するPLCシステムの構成図である。

【図11】データリンク機能を有するPLCのリモートI/Oシステムの構成図である。

【図12】データリンク機能を有し、かつリモートI/Oシステムを有するPLCシステムの構成図である。

【符号の説明】

Bus シリアルバス

400 回路装置

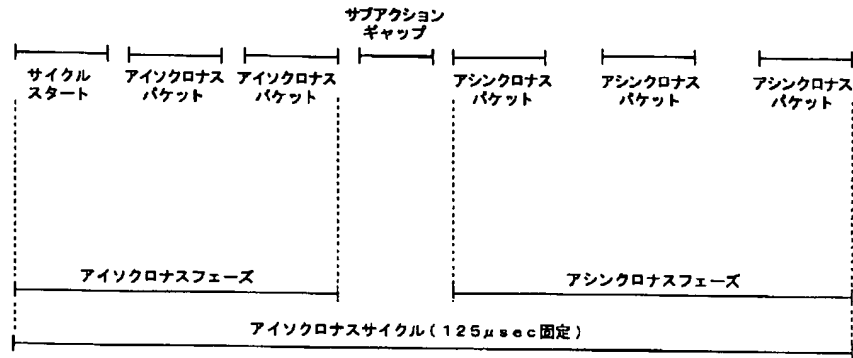
50

(13)

23
401 通信コントローラ
402 CPU
403 ROM
404 RAM
405 送受信バッファ

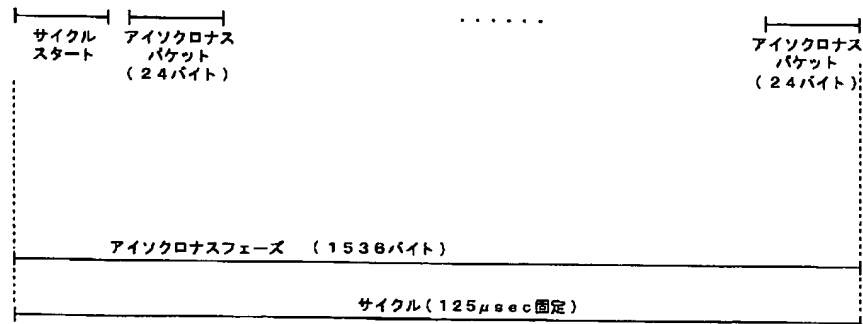
24
406 アイソクロナスリソースレジスタ
A11~A44 PLCのI/Oデータ等の記憶エリア
ID1, ID2 入力デバイス
OD1, OD2 出力デバイス

【図1】



IEEE 1394バスの標準的な送信手順を示すタイムチャート

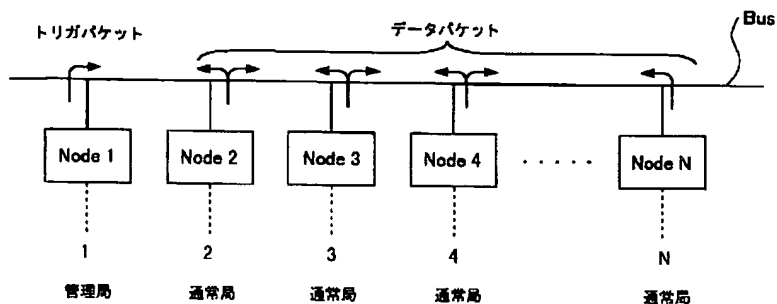
【図2】



アイソクロナスサイクルを全てアイソクロナスフェーズとして
使用したデータ通信を示すタイムチャート

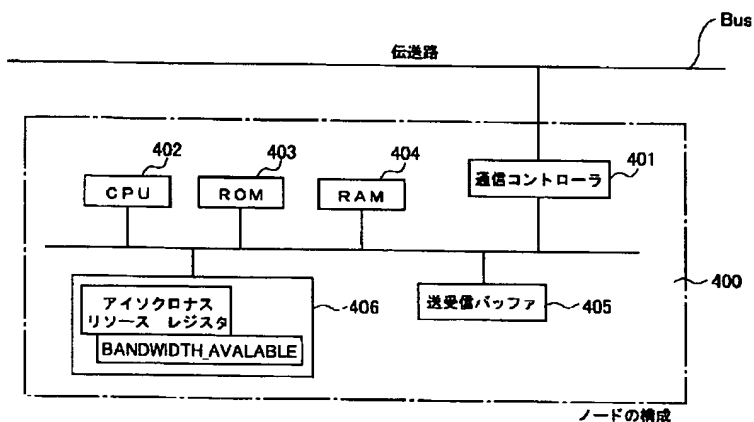
(14)

【図 3】



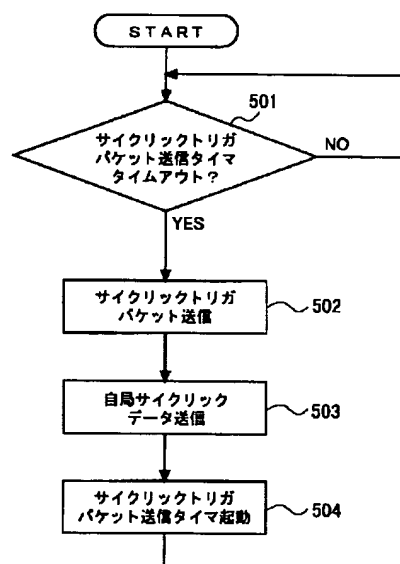
シリアルバスと各通信ノードとの関係を示す説明図

【図 4】



各通信ノードのハードウェア構成を概略的に示すブロック図

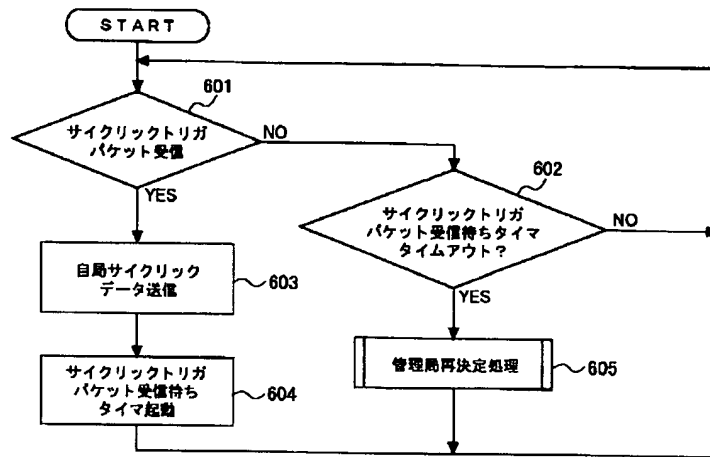
【図 5】



管理局側の処理を示すフローチャート

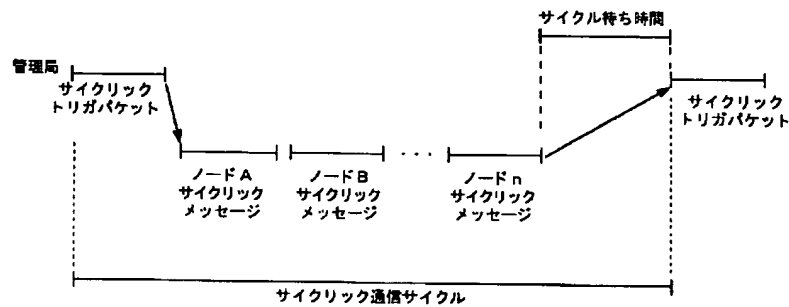
(15)

【図6】



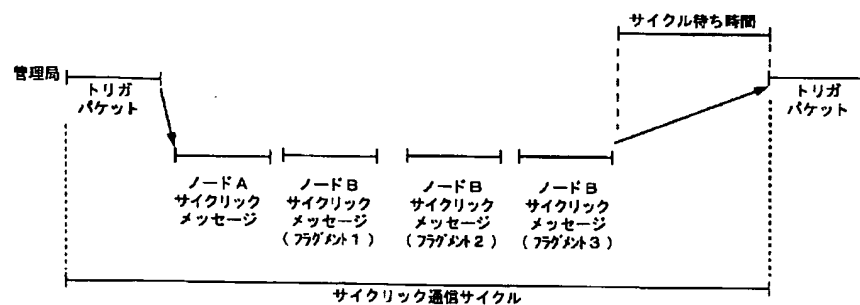
通常局側の処理を示すフローチャート

【図7】



サイクリックデータの通信タイミングを示すタイムチャート

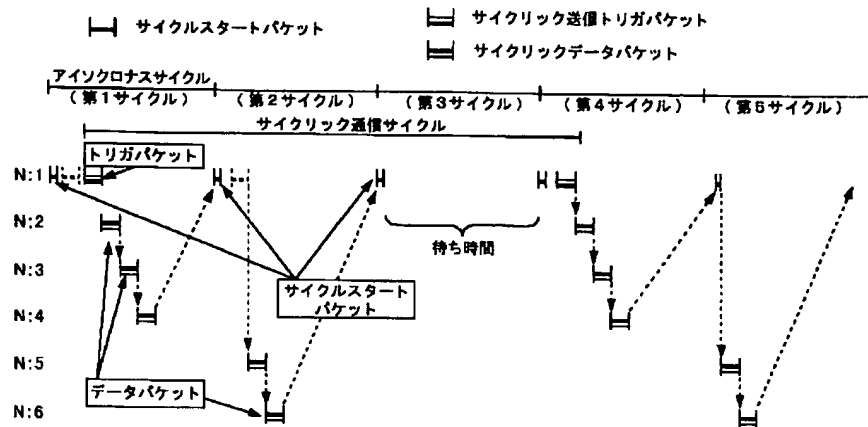
【図8】



分割データの送信タイミングの一例を示す説明図

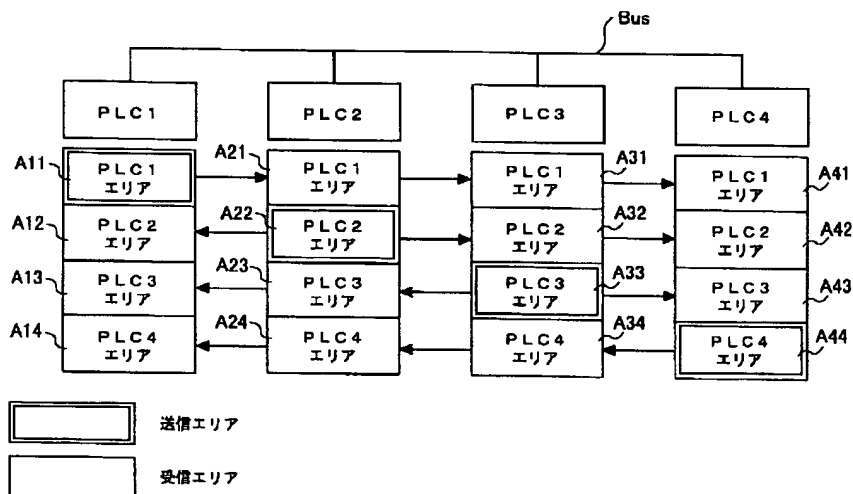
(16)

【図9】



サイクリック通信サイクル内における
各通信ノードの送信タイミングを示すタイムチャート

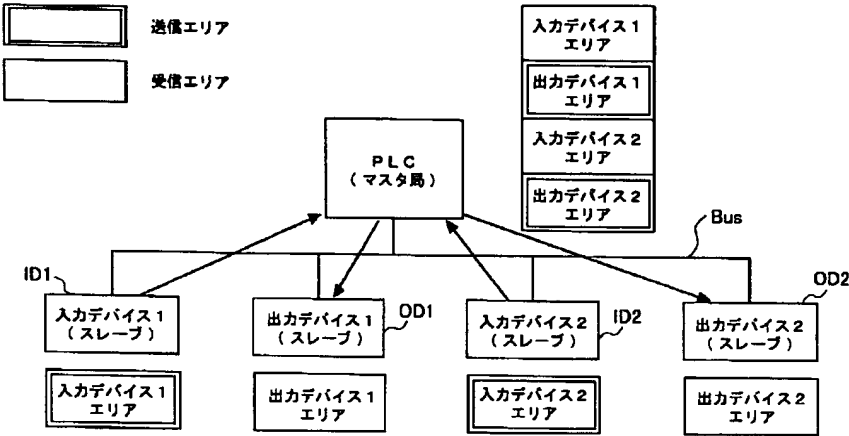
【図10】



データリンク機能を有するPLCシステムの構成図

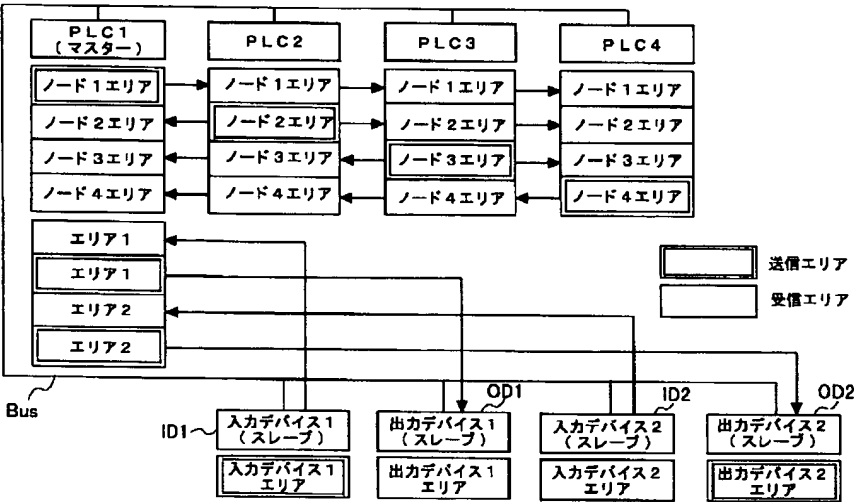
(17)

【図11】



データリンク機能を有するPLCのリモートI/Oシステムの構成図

【図12】



データリンク機能を有し、かつリモートI/Oシステムを有するPLCシステムの構成図

フロントページの続き

Fターム(参考) 5B077 NN02
5K033 CB17 CC01 DA01 DA13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.